



KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

REC'D 13 JUL 2004  
WIPO PCT

Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

▽  
20032985

▷ Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 2003.06.27

▷ It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 2003.06.27

2004.06.25

*Line Reum*

Line Reum  
Saksbehandler

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



1d

PATENTSTYRET

03-06-27\*20032985

27 JUNI 2003

107652/EBK/ges

2003-06-27

Søker : SINVENT AS  
S.P. Andersens vei 5  
7465 Trondheim

Oppfinnere : Tore Skjetne, Sunnlandsskrenten 32, 7032 Trondheim  
Roar Larsen, Humlehaugv. 1, 7054 Ranheim  
Are Lund, Sildråpeveien 23D, 7048 Trondheim

Tittel : Fremgangsmåte og anordning for rensing av  
luft og vann

## **Fremgangsmåte og anordning for rensing av luft og vann**

Foreliggende oppfinnelse omhandler en fremgangsmåte og anordning for rensing av vann eller luft/gass, samt vann og luft/gass renses ifølge oppfinnelsen.

### **Bakgrunn**

5 Behov for å rense vann kan oppstå i ulike sammenhenger. Det kan være for å skaffe rent drikkevann til konsum, for å hindre utslipp av vannløselige eller vanntransporterte forurensninger, for å få lovlig utslipp fra en industriprosess, eller for å utvinne ønskede forbindelser som finnes i vannet, men i for lave konsentrasjoner til at utvinning ellers vil være mulig. Primært er det to hovedgrupper vannrensing; enten for produksjon av rent vann eller for utvinning av det som kan være  
10 løst i vannet. Det finnes ulike metoder for å rensing av vann; filtrering, destillasjon, sentrifugering osv. Mange metoder er svært gode for bestemte forurensninger, men uvirksomme for andre. Få metoder er gode for alle typer vannløselig innhold.

I forbindelse med utvinning av olje er det et velkjent problem at det også  
15 produseres en vannfase. Denne vannfasen vil være forurenset blant annet av hydrokarboner og salter. Dersom dette vannet, også kalt "formasjonsvannet", "produsert vann" eller "produksjonsvann", slippes ut i naturen, i havet eller på land, kan et stort forurensingsproblem oppstå. Det vil derfor være viktig å rense vannet før det slippes ut. Et alternativ kan være å reinjisere vannet i reservoaret, men det vil  
20 bli en kostnadsbegrensende faktor for oljeutvinningen i og med at det er en begrensende faktor for hvor mye olje en kan utvinne fra et reservoar om alt produsert vann reinjiseres.

I Norge er det besluttet at etter 2005 skal det ikke forekomme utslipp av produksjonsvann. Det betyr at det eneste man kan slippe ut fra prosessen vil være  
25 helt rent vann. Det vil være naturlig utslipp fra sedimenter, men disse blir ikke tatt i betraktning her. Fokus for det norske utslippskravet er knyttet til den stadig økende produksjon av vann fra norske oljebrønner.

Det er forskjell på et krav om null utslipp i betydningen 0 ppm av noe som helst, og null skadelige utslipp. Det siste betyr at det kan være akseptabelt med et  
30 visst utslipp av stoffer opp til en grenseverdi av konsentrasjon og/eller total mengde og/eller sammen med visse andre forbindelser osv. Det er mange parametre knyttet til skadelighet og flere av disse er svært dårlig kjent. Et ytterligere kompliserende element er at selv om noen stoffer ikke er skadelige for naturen, selv i store mengder, kan det være så store problemer forbundet med å skille

mellom skadelige og ikke skadelige stoffer at en like gjerne må forholde seg til at null utslipp tross alt er mest kostnadseffektivt.

5 Troll B og C produserer omkring 60.000 m<sup>3</sup> formasjonsvann per døgn. Dette volumet krever absolutt rensing for å gi akseptabel oljeproduksjon. Det betyr at en rensesprosess må håndtere 2500 tonn vann hver time. Det er installert løsninger for å rense vannet ned til ca. 40 ppm hydrokarbonutslipp (bl.a. hydrosykloner, flokkulerings- og filtereringsprosesser). Dertil kommer mulighetene for utslipp av uønskede salter samt at de forurensende hydrokarboner er spesielt uønskede i naturen.

10 Det kan være mulig å injisere alt produsert vann tilbake i reservoaret som oljen utvinnes fra eller et annet porøst nettverk over eller under den produserende sonen. Dersom alt vann reinjiseres, blir det imidlertid ganske tidlig i produksjonsprosessen klart ulønnsomt å produsere på grunn av oljens høye vanninnhold. Det betyr at utvinningsgraden blir lavere enn en kunne klart ellers. Det er derfor et for-  
15 mål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en teknologisk løsning der en produserer absolutt rent vann i store mengder fra formasjonsvannet.

Et viktig element ved foreliggende oppfinnelse er at forurensningene håndteres – enten via gjenvinning som en positiv ressurs, eller ved sikker deponering/avhending.

20 Det finnes alternative teknikker for rensing av vann. Disse er godt beskrevet i Bjørn Hansen og Simon R H Davis, "Review of potential technologies for the removal of dissolved components from produced water", IBC Offshore Water Management Conference, Aberdeen, 1993. Tabell 1 gir en oppsummering av ulike teknikker for å rensing av produsert vann i forbindelse med hydrokarbonutvinning.

**Tabell 1.** Renseeffektivitet for ulike prosesser for rensing av produsert vann innen oljeindustrien

Metode	Renseeffektivitet (fjernet mengde)
Ionebytting	80% tungmetaller
Aktivt kull	95% aromater 10% lette hydrokarboner 20-50% produksjonskemikalier
Zeolittadsorpsjon	40-60% hydrokarboner, dårlig fjerning av tilsatte produksjonskemikalier
Membranfilter	90% av BTXaromater, 15% av fenoler, kanskje 10% av naftener
"Luft Stripping"	ca. 90% av vanlige hydrokarboner, fjerner ikke fenoler, fettsyrer eller produksjonskemikalier.
Biologisk behandling	Bra på fenol og fettsyrer (30-90%), ellers dårlig

5 Siden foreliggende oppfinnelse gir helt rent vann, er det åpenbart at fremgangsmåten er mye mer effektiv enn de prosesser som er kjent fra tidligere teknikker.

10 Det er tidligere vist i britisk patent GB 1.360.797, fra 1973 at forurensset vann kan renses ved å danne hydrater. Dette patentet omhandler spesifikt benyttelse av triklorfluormetan og 3-brompropen hver for seg eller i blanding for å fremstille hydratet. Det nevnes ikke noe om at hydrater kan dannes med hydrokarbon-

15 gasser. Det er en svakhet med dette patentet at de benytter metan- og propenhalogenider. Det er alminnelig kjent at halogenider ikke er særlig gunstige når de frigis til naturen. Patentet har heller ikke beskrevet effektiviteten av prosessen ved store mengder løst salt, og hvordan de ville rense vannet når saltkonsentrasjonen blir høy. Det synes som at dette er spesielt tenkt for forurensset overflatevann for eksempel fra en elv. I slikt vann vil målet være å hente ut rent vann til konsum eller industriformål, mens det på ingen måte fokuseres på hva en skal gjøre med resten.

I US patent US 2.904.511, fra 1955 omhandles også produksjon av rent vann fra saltvann. Dette patentet fokuserer på fremstilling av rent vann fra havvann, og det bygger på at det hentes ut rent vann ved hjelp av en hydratprosess, mens det mer konsentrerte saltvannet som blir biproduktet i prosessen slippes ut  
5 kontinuerlig. Elementene med hydratdannelse, hydrathøsting, vasking samt resirkulering av hydratdannende forbindelse og oppsamling av rent vann, er lignende med det vi forslår. Imidlertid tar heller ikke dette US patentet hensyn til organiske forurensninger.

Det er videre vist i britisk patent GB 1.320.134, fra 1973, som i de to ovenfor (GB 1.360.797 og US 2.904.511), at rent vann fra salt eller brakkvann er målet.  
10 Det mest påfallende ved dette patentet er at de benytter naturgass for å danne hydratet og oppnår derved to mål; rent vann og ren naturgass. Naturgass vil fra gassreservoaret være komplekst sammensatt med innhold av tyngre hydrokarboner. Før transport av LNG vil det være bra om de tyngre komponentene var borte  
15 og det kan en oppnå ved å gå via hydratdannelse. Selv om de nevner at forurenset vann kan gjennomgå prosessen flere ganger, har de ikke tatt hensyn til at den økte saltmengden vil få prosessen til å stoppe. De er heller ikke opptatt av hva som skjer med det forurensede vannet som forlater prosessen.

En ytterligere referanse som beskriver tidligere teknikk er av nyere dato, fra  
20 2001: PCT/US01/27720. Tittelen kan oversettes til; "Forbedret hydratavsalting for vannrensing". Fokus i referansen er temperaturregulering i vannfasen som skal renses for å få en effektiv prosess med hensyn til energibalanse. Prosessen fokuserer kun på produksjon av rent vann for konsum uten hensyn til hva som skal gjøres med forurensningene.

25 Norsk patent NO 311.854 omhandler en fremgangsmåte og system for transport av en strøm av fluide hydrokarboner inneholdende vann. I dette patentet er fokus rettet mot kontinuerlig dannelse av gasshydrater i en prosesstrøm for å sikre god transport av fluider inneholdende vann i rørledninger gjennom områder med lav temperatur. Hydratene høstes ut av transportledningen på en slik måte at  
30 det ikke oppstår hindre i rørtransporten og slik at fortsatt hydratdannelse fra kildene er sikret.

Felles for tidligere teknikk er at det ikke fokuseres på hva som skal skje med forurensninger og salter som fjernes fra vannet. Videre er ingen av referansene fra tidligere teknikk rettet mot rensing av produksjonsvann fra oljeindustrien.

Det vannet de retter seg mot er havvann, brakkvann eller forurenset overflatevann. De går derved ikke inn på at industriprosesser kan komme i en situasjon der de må stoppe siden de forurensner naturen.

Det er ikke funnet noe i tidligere teknikk angående hvordan forurensningene skal håndteres. Det som derimot er minst like viktig er at ingenting i tidligere teknikk angående vannrensing omhandler usikkerheten rundt nukleering av hydrater. På dette området presenterer foreliggende oppfinnelse en signifikant forbedring.

Tradisjonelt blir det innen oljeproduksjon bestrebet å unngå hydratdannelse fordi hydrater medfører fare for tiltetting av rørledninger, noe som gir driftsproblemer og kan utgjøre en sikkerhetsrisiko.

Formålet med foreliggende oppfinnelse er nettopp at industriprosesser skal kunne gjøres både økologisk akseptable og kostnadseffektive i samme operasjon. Primærmålet med foreliggende oppfinnelse er knyttet til olje/gass-produksjon, men selv om oppfinnelsen er beskrevet hovedsakelig med referanse til olje/gass produksjon, er den like relevant for annen industri. For eksempel papirproduksjon, gjenvinningsanlegg for kjernekraftavfall, utslipp fra skip på havet, resirkulering av vann ved romferder, osv.

Det er derfor et behov for en fremgangsmåte for absolutt rensing av forurenset vann. Hensikten er å fremstille helt rent vann som kan slippes ut i naturen uten noen risiko for omgivelsene. Prosessen vil ikke alltid klare å rense hele vannmengden, det vil bli igjen en rest som vil være kraftig oppkonsentrert med forurensninger. Siden konsentrasjonen øker, kan andre metoder benyttes med betydelig større effektivitet og derved ytterligere bidra til at f.eks. olje/gass produksjonen kan være kostnadseffektiv selv om vannmengden i produksjonsstrømmen øker videre. Den endelige resten av forurenset vannfase kan f.eks. reinjiseres i reservoaret uten risiko for naturen. Det er opplagt at denne prosessen kan komme til nytte ved svært mange industrielle og samfunnsmessige behov.

Et viktig spørsmål ved siden av kravet om å gjøre prosessen effektiv og derved mindre energikrevende, er hvordan all spillvarme kan benyttes. Spillvarmen kunne tenkes benyttet som fjernvarme både i boligkvarter på oljeplattformer og i andre installasjoner som krever varmetilførsel. Det kunne i prinsippet bygges ledninger ned til brønnhode og rørledninger for å varme disse og derved unngå plugging. Uansett vil noen virkemidler kunne redusere denne kostnaden ytterli-

gere, både ved fremgangsmåtene og anordningene ifølge foreliggende oppfinnelse og ellers i anlegget på plattformene.

### **Kort beskrivelse av oppfinnelse**

5 Det viktigste med foreliggende oppfinnelse er at den tar vare på hele vannstrømmen knyttet til produksjonsprosessen. Ingenting slippes ut i naturen. Hvis det for eksempel benyttes aktive varmepumper, kan prosessen bli energetisk gjennomførbar uten store kostnader. For noen av de aktuelle anvendelsesområdene innføres utradisjonelle elementer i industriprosessen. For eksempel i olje/gass-  
10 virksomheten gjelder dette synet på hydrater som det overraskende er funnet at kan utnyttes positivt; vanligvis inhiberes hydratdannelsen fordi hydratdannelse kan føre til tiltetting av rørledninger med tilhørende driftsproblemer og sikkerhetsrisiko. For andre anvendelser er det nytt å betrakte vannrensing som en måte for å rense luft. I industri kan en ta vare på alt avfall og benytte kunnskap om sedimenter til å  
15 sikre langtidslagring av de oppkonsentrerte stoffene.

I et aspekt omhandler foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for rensing av forurensset vann ved hydratdannelse og separasjon av hydrater fra forurensset vann anriket med forurensninger, kjennetegnet ved at fremgangsmåten omfatter tilførsel av hydratpartikler til vannet under hydratdannelsen.

20 I en utførelse omfatter fremgangsmåten videre håndtering av fraskilte forurensninger. Disse fraskilte forurensningene kan omfatte en eller flere komponenter valgt fra gruppen som består av hydrokarboner, organiske og uorganiske salter, støv, slam, metaller, sand, gass, radioaktive forbindelser og biologisk materiale. Håndteringen av de fraskilte forurensningene kan finne sted ved resirkulering  
25 til oppstrøms prosesstrinn eller deponering/avhending.

I en annen utførelsesform omfatter fremgangsmåten de følgende trinn

- a) tilførsel av hydratdannende forbindelse og hydratkimer til vannet;
- b) dannelse av hydrater under passende trykk- og temperaturbetingelser;
- c) høsting av hydratene fra forurensset vann;
- 30 d) dissosiering av hydratene til rent vann og hydratdannende forbindelse.

Renseprosessen kan utføres over flere trinn ved at det forurensede vannet fra trinn c) utsettes for gjentatte hydratdannelsesprosesser i serie inntil oppkonsentreringen av forurensninger i det forurensede vannet er for stor til fortsatt hydratdannelse.



Hvis renseprosessen utføres over flere trinn kan disse være:

- a) tilførsel av hydratdannende forbindelse og hydratkimer til vannet;
  - b) dannelse av hydrater under passende trykk- og temperaturbetingelser;
  - c) høsting av hydratene fra forurenset vann;
  - 5 d) dissosiering av hydratene til rent vann og hydratdannende forbindelse;
  - e) tilførsel av hydratdannende forbindelse og hydratkimer til det foruren-  
sede vannet fra trinn c);
  - f) dannelse av hydrater under passende trykk- og temperaturbetingelser;
  - g) høsting av hydratene fra forurenset vann;
  - 10 h) dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende forbindelse;
- Ved behov kan prosessen gjentas ytterligere ganger.

Konsentrasjonen av forurensninger i det forurensede vannet kan være minst 10 vekt-%, foretrukket minst 12 vekt-%, mer foretrukket minst 15 vekt-% når prosessen avsluttes.

- 15 I en ytterligere utførelse av foreliggende oppfinnelse gjennomgår de høstede hydratene fra trinn c) et vasketrinn før dissosiering til rent vann og hydratdannende gass.

Den hydratdannende forbindelsen tilført i trinn a) kan velges fra lavere hydrokarboner, CO<sub>2</sub>, halogenerte hydrokarboner, hvori halogen er valgt fra klor og fluor, tetrahydrofuran, etylenoksid, edelgasser valgt fra helium, neon, argon, xenon, krypton, svovel heksafluorid, dinitrogenoksid. Foretrukket kan den hydratdannende forbindelsen være C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> hydrokarboner eller CO<sub>2</sub>, mer foretrukket metan, etan, propan, CO<sub>2</sub>, mest foretrukket metan eller CO<sub>2</sub>.

Ved gjennomføring av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan trykk- og  
25 temperaturbetingelsene foretrukket være  $T < 30^{\circ}\text{C}$ ,  $P > 1$  bar, foretrukket  $T < 20^{\circ}\text{C}$ ,  $P > 5$  bar, mest foretrukket  $T < 10^{\circ}\text{C}$ ,  $P > 20$  bar. Videre kan hydratpartiklene tilføres ved resirkulering av hydrater fra trinn c), og hydratpartiklene som tilføres hydratdannelsestrinnet kan ha en diameter på maksimalt 3 mm, foretrukket maksimalt 500  $\mu\text{m}$ , enda mer foretrukket maksimalt 100  $\mu\text{m}$ .

30 I enda en utførelsesform av foreliggende oppfinnelse finner høstingen av hydratene i trinn c) sted i en konvensjonell separasjonsprosess, og denne hydrathøstingsprosessen kan være valgt fra gruppen bestående av sedimentasjon, filtrering, sentrifugering, flotasjon. Etter separasjonen i forurenset vann anriket med

forurensninger og hydrater, kan hydratene dissosieres ved en økning i temperatur og/eller reduksjon i trykk

Det rene vannet som fremstilles ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen og som forlater prosessen fra trinn d) kan være rent nok til å benyttes som drikkevann eller til utslipp.

I et ytterligere aspekt omfatter oppfinnelsen en fremgangsmåte for rensing av gass, hvor gassen bobles gjennom vann for overføring av gassformige forurensninger til vannet, før vannet utsettes for en fremgangsmåte for rensing av vann ifølge foreliggende oppfinnelse.

I et ytterligere aspekt omhandler oppfinnelsen en anordning for rensing av forurenset vann som er kjennetegnet ved at den omfatter

- a) enhet for blanding av hydratdannende forbindelse, hydratkimer og forurenset vann under avkjøling og trykksetting;
- b) anordning for høsting av hydratene fra forurenset vann;
- c) anordning for dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende forbindelse;

I en utførelsesform omfatter anordningen videre ytterligere anordninger for vannrensing, som nevnt over installert i serie tilstrekkelig mange ganger til å oppnå en tilfredsstillende oppkonsentrering av forurensningene.

Hvis anordningen går over flere trinn kan disse være:

- a) enhet for blanding av hydratdannende forbindelse, hydratkimer og forurenset vann under avkjøling og trykksetting;
- b) anordning for høsting av hydratene fra forurenset vann;
- c) anordning for dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende forbindelse;
- d) enhet for blanding av hydratdannende forbindelse, hydratkimer og forurenset vann fra trinn b) under avkjøling og trykksetting;
- e) anordning for høsting av hydratene fra forurenset vann;
- f) anordning for dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende forbindelse;

Anordningen for rensing av vann ifølge oppfinnelsen, kan anvendes for rensing av produsert vann ved utvinning av hydrokarboner.

I et ytterligere aspekt omhandler oppfinnelsen en anordning for rensing av luft/gass, som er kjennetegnet ved at anordningen omfatter

- a) enhet for overføring av gassformige komponenter fra gassen som skal renses til vann;
- b) enhet for blanding av hydratdannende forbindelse, hydratkimer og forurenset vann under avkjøling og trykksetting;
- 5 c) anordning for høsting av hydratene fra forurenset vann;
- d) anordning for dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende forbindelse;

I ytterligere aspekter omhandler oppfinnelsen vann eller luft/gass, som er kjennetegnet ved at de er renses ved en fremgangsmåte ifølge oppfinnelsen.

10 Utførelsesformer av oppfinnelsen vil i det følgende beskrives med hensyn til de følgende figurer der:

Figur 1 viser et flytskjema for fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen for rensing av produsert vann.

15 Figur 2 viser et flytskjema for fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen for rensing av vann fra en vannkilde til drikkevann.

Figur 3 viser et flytskjema for fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen for rensing av gass/luft.

20 Figur 4 viser trykk-temperaturforhold for dissosiasjon av hydrater, ved ulike saltkonsentrasjoner, med  $\text{CO}_2$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelse er kinetisk styrt og skjer ved betingelser over/til venstre for de respektive kurver

Figur 5 viser trykk-temperaturforhold for dissosiasjon av hydrater, ved ulike saltkonsentrasjoner, med  $\text{CH}_4$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelse er kinetisk styrt og skjer ved betingelser over/til venstre for de respektive kurver

25 Figur 6 viser trykk-temperaturforhold for dissosiasjon av hydrater, ved ulike saltkonsentrasjoner, med  $\text{C}_2\text{H}_6$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelse er kinetisk styrt og skjer ved betingelser over/til venstre for de respektive kurver

### **Detaljert beskrivelse av oppfinnelsen**

30 Foreliggende oppfinnelse er basert på at hydratdannende forbindelser, danner stabile hydrater sammen med vann ved bestemte trykk- og temperaturbetingelser. Hydratdannende forbindelser er kjennetegnet ved at de er relativt små, upolare molekyler, primært lavere hydrokarboner, f.eks. metan, etan og propan, men også karbondioksid, nitrogen, oksygen, dihydrogensulfid, halogenerte hydrokarboner hvor halogen velges blant fluor og klor, tetrahydrofuran, etylenoksid,

edelgasser, så som helium, neon, argon, xenon, krypton, svovelheksafluorid og dinitrogenoksid kan benyttes. Hydratet består av hydratdannende molekyler som er omgitt av vannmolekyler. Den stabile hydratstrukturen er fri for salter og andre hydrokarboner. Hydratene høstes ved å skille dem fra det forurensede vannet som  
5 nå er anriket med forurensninger. Det rene vannet frigis ved å endre trykk- og temperaturforholdene, hvilket gir dissosiering av hydratene i hydratdannende forbindelse og rent vann. Den frigitte hydratdannende forbindelsen pumpes tilbake i prosessen, mens det rene vannet kan benyttes som konsumvann eller kan slippes ut direkte siden det nå er rent.

10 Vannet som skal renses føres inn i en tank med riktig trykk, temperatur, og eventuell agitasjon for optimal dannelse av hydrater. Den hydratdannende forbindelsen blandes inn i vannet – i de tilfellene den hydratdannende forbindelsen er gassformig, blir denne boblet inn i vannet. Hydratdannelsen er spontan så lenge det finnes hydratkimer til stede i tanken. Det vil være viktig for prosesseffektivite-  
15 ten at det er hydrater til stede, disse tilføres derfor utenfra.

Tilførsel av hydratkimer blir opprettholdt via en sløyfe i prosessen tilsvarende patentert teknologi, norsk patent nr. NO 311.854. Dette patentet omhandler en metode for å redusere kjemikaliebruk og problemer i rørledninger som transporterer hydrokarboner, og går i korthet ut på å få til kontrollert vekst av hydratpartikler på hydratkimer som resirkuleres i prosessen. Veksten skjer da på en effektiv  
20 måte, slik at hydratdannelsen blir rask og komplett i betydning av at alt vannet omdannes. Det unngås at man får en "metastabil" periode hvori man venter på at nukleering skal skje, og det unngås også at hydratpartiklene vokser som skall rundt vanndråper. Hvis hydratene vokser som skall rundt vanndråper, medfører  
25 det innkapsling av vann og urenheter, og drar disse urenheterne med videre i prosessen.

Ett aspekt av foreliggende oppfinnelse omhandler en fremgangsmåte hvor en tar vannet fra dagens renseprosess og gjør en utvidet rensing med helt rent vann som mål. Prosessen kan gjøres over flere trinn, hvor det fra hvert trinn utvin-  
30 nes helt rent vann samtidig som det oppkonsentreres uønskede stoffer i den vannstrømmen som fortsetter i prosessen. Hvis prosessen kjøres over flere trinn, blir vannstrømmen med oppkonsentrerte forurensninger renses videre ved at den første prosessen gjentas på nytt i en separat prosess, ikke ved resirkulering. Hver gang det høstes hydrat fra de respektive prosessstegene, kan hydratet ved behov

vaskes med helt rent vann. Vaskevannet føres i så tilfelle videre i prosessen slik at også det blir rensset og tatt vare på.

5 Når konsentrasjonen av (salt)forurensninger har kommet over ca. 25 vekt-%, kan ikke prosessen gjentas. Salt fjernes da ved at vannet renses over membraner og/eller ved omvendt osmose. Det er primært saltkonsentrasjonen som er begrensende for ved hvor høy konsentrasjon hydratdannelsen kan finne sted, men også andre polare forbindelser som "konkurrerer om vannet" bidrar til denne effekten. Den teoretiske konsentrasjonsgrensen for dannelse av hydrater varierer derfor noe avhengig av hvilke(n) forbindelse(r) som utgjør forurensingen i vannet, 10 f.eks. er grensen noe høyere enn 25 vekt-% ved metanolforurensning. Alt dette er velkjent for en fagperson innen fagfeltet. På dette nivå i renseprosessen er det høstet en stor andel rent vann, f.eks. over 50% rent vann. I enkelte tilfeller kan så mye som omkring 90% rent vann av den opprinnelige vannmengden gjenvinnes og frigis for utslipp eller konsum.

15 Gjennom stegene i prosessen vil også en hydrokarbonfase gå videre samtidig som konsentrasjonen øker. Hydrokarbonene som er uønsket i det produserte vannet kan gjenvinnes, f.eks. ved hjelp av kjemisk ekstraksjon og sentrifugering. Dette representerer tradisjonell teknologi for tilbakeføring av hydrokarboner til hydrokarbonproduksjonen. Andelen vann i dette restfluidet kan da være så liten at 20 det er uten betydning for resten av prosessen. Det kan være gunstig totalt sett å føre hydrokarbondelen tilbake i den opprinnelige inntaksstrømmen fra oljebrønnene slik at hydrokarbonene kan utvinnes. I tillegg til hydrokarbonene, kan også tilsatte kjemikalier, f.eks. surfaktanter gjenvinnes for gjenbruk i hydrokarbonutvinningsprosessen.

25 Den siste resten av urent vann kan i forbindelse med olje/gassproduksjon reinjiseres til reservoaret eller en annen porøs struktur i sedimentene. På dette nivå i renseprosessen, vil væskevolumet som reinjiseres være betydelig redusert. Derved blir det mulig å utøve utslippsfri olje/gass-produksjon.

30 Det samme prinsippet kan gjøres gjeldende i enhver industriprosess som kan gi et uønsket utslipp. Siden rensingen gir helt rent vann, vil forurensningene bli oppkonsentrert i et lite volum av restvæske. Denne væsken kan eventuelt også langtidslagres i stabile sedimenter tilgjengelige enten fra land eller til havs. Det er imidlertid sannsynlig at prosessen med å fjerne rent vann gjør det mulig å benytte forurensningene som en ressurs i stedet for å fokusere på dem som et problem.

En alternativ utnyttelse av renseprosessen er i forbindelse med fremstilling av rent drikkevann/konsumvann fra elver, innsjøer, grunnvann eller havvann. Disse vannkildene vil ikke bære med seg de samme mengdene av hydrokarboner, og kan derved renses på en relativt enklere måte. Det kan være tilstrekkelig med  
 5 én enkelt gjennomgang av vannet i ovennevnte renseprosess. Etter det ene gjennomløpet høstes rent vann ut, mens det forurensede vannet tilbakeføres til kilden. Dersom kilden i neste omgang blir vesentlig anriket på uønsket innhold, kan andre innretninger kobles til prosessen for å fjerne forurensninger, f.eks. hydrokarboner og/eller salter slik at miljøet ikke belastes samtidig som vann kan fremstilles kost-  
 10 nadseffektivt. Prosessen kan være implementerbar over alt og kan få en pris som gjør den interessant også for mindre betalingsdyktige forbrukere. Foreliggende oppfinnelse kan igjen gjøre krav på å være en signifikant forbedring av tidligere liknende metoder, da resirkulering av hydratpartikler også i den nye utnyttelsen vil gjøre at problematikken rundt nukleering av hydrater unngås, og dette vil igjen  
 15 gjøre at prosessen kan kjøres under mindre ekstreme forhold enn ellers, dvs. ved høyere temperaturer og lavere trykk enn i "tradisjonelle" hydratprosesser hvor disse variablene må ekstremaliseres for å oppnå den ønskede effekten på nukleering og dannelse av kimer/krystaller.

Når fremgangsmåten benyttes for fremstilling av drikkevann/konsumvann, benyttes biologisk akseptable hydratdannende forbindelser, f.eks. karbondioksid, oksygen, nitrogen, edelgasser, etc. Høsting av hydrat foregår i bunnen eller toppen av produksjonskammeret avhengig av den hydratdannende forbindelsens egenskaper. Ved anvendelse av CO<sub>2</sub> blir hydratenes tetthet større enn vannets, og hydratene høstes i bunnen av produksjonskammeret. Siden denne prosessen  
 20 ikke gir den voldsomme saltopphoping som skjer i fremgangsmåten i forbindelse med rensing av produsert vann, vil den bli billigere. Dersom energien kan komme fra solenergi, eller andre miljøvennlige kilder, vil prosessen være svært gunstig.

Foreliggende oppfinnelse er unik i og med at den forbedrer prosessen med å danne hydrater fra saltvann ved å ta bort all usikkerhet rundt nukleering og  
 30 krystallinitiering. Dette er i utgangspunktet en stokastisk (tilfeldig) prosess som gjør at man kan måtte vente timer eller dager på at hydrater skal dannes spontant. Det ble overraskende funnet at elementer fra norsk patent NO 311.854 kan utnyttes for å sikre at veksten foregår uten noen forsinkelser, ved at prosessen hele tiden får nye "såkorn" i form av eksisterende hydratpartikler. Tidligere teknologi,

som den beskrevet i US 2.904.511 og i de følgende avsnittene, lider også av en svakhet i tillegg, nemlig at når hydratpartikler først dannes, vil de gjerne innkapsle vann (med innhold av forurensninger) i form av dråper med hydrat-skall og liknende geometriske formasjoner, noe som helt unngås ved å bruke teknologien fra NO 311.854, som et element av foreliggende oppfinnelsen. Slik innkapsling av vann med urenheter/forurensninger virker sterkt negativt på effektiviteten i prosessen, da disse forurensningene dras med videre sammen med det rene vannet, og vil blandes med det rene vannet som kommer fra senere dissosiering av hydratene.

10 Hydratdannelsesprosessen er eksoterm, den produserte varmen kan benyttes som energi for hydratdissosieringsprosessen, som naturlig nok er endoterm. Derfor kan prosessen være utstyrt med utstyr for optimal energiutnyttelse, f.eks. varmevekslere.

15 Hydratet kan transporteres bort fra hydratdannelsestanken og over i en ny anordning der trykket reduseres og/eller temperaturen økes, for å dissosiere vannet fra den hydratdannende forbindelsen. Den hydratdannende forbindelsen føres tilbake til første ledd i prosessen, mens det rene vannet enten slippes ut eller benyttes som rent vann.

20 Når vannet som skal renses er produsert vann, vil det før rensing inneholde salter og hydrokarboner. Saltene vil vanligvis være dominert av natriumklorid, men også andre salter kan forekomme. Hydrokarbonene vil være vannløselige forbindelser og/eller emulgerte dråper av olje-i-vann. Etter hvert som prosessen forløper, vil vannstrømmen videre bli anriket på salt og hydrokarboner, disse kan skilles fra for at prosessen ikke skal stoppe. Hydrokarbonene kan ekstraheres ut eller 25 skilles fra ved hjelp av membraner. Saltene kan fjernes over ioneselektive membraner eller ved omvendt osmose. Til slutt gjenstår en restvannmengde det ikke er økonomisk regningssvarende å rense, denne kan for eksempel injiseres i en egnet porøs del i reservoaret. Siden restvannmengden er lav, kan hele prosessen være et godt alternativ til full reinjisering.

30 Det er særlig de andre saltene utenom NaCl som også kan være interessante for økt oljeutvinning, siden disse kan tilsettes til sjøvann som benyttes til injisering for å opprettholde trykket og produksjonsraten i reservoaret. Gevinsten ved å tilbakeføre saltene er at det injiserte vannet da blir mer likt formasjonsvannet, og derved reduseres risikoen for *scale*-dannelse i porestrukturen.

Når rent vann fjernes fra det produserte vannet, vil konsentrasjonen av hydrokarboner i det forurensede vannet øke. Dette vil være gunstig med tanke på å skille ut mer hydrokarbon fordi emulgerte dråper da kan koalesere med andre dråper og derved bli store nok, slik at de kan separeres ut av vannet direkte slik det gjøres i separatorene. Om det skulle være problemer med å skille ut hydrokarbonene til produkt, kan de reinjiseres i reservoaret. Det forventes at flere av disse hydrokarbonene kan være av betydning for utvinningen ved at de kan anvendes i mudd eller ved kjemisk flømning/rensning.

Det vil være en stor gevinst for oljeproduksjonen om en kan redusere mengden vann som reinjiseres. For eksempel ville en reinjisering av kun 10% av det produserte vannet være svært fordelaktig. Virkningsgraden av foreliggende oppfinnelse kan bli enda bedre, det kan oppnås en reinjisering av kun 10% av produsert vann. Om prosessen utnyttes optimalt, kan det tenkes at så lite som 5% av det produserte vannet reinjiseres, i noen tilfeller kan reinjisering av så lite som 1% av det produserte vannet oppnås.

Systemet ifølge foreliggende oppfinnelse kan installeres på eksisterende produksjonssteder. Så lenge det produseres gass på stedet kan den hydratdannende forbindelsen i form av gass(er) hentes fra denne produksjonen, ellers må det settes inn et gassreservoar og en gassloop.

Renseprosessen ifølge foreliggende oppfinnelse har et globalt marked knyttet til all produksjon av hydrokarboner fra sedimenter. Det vil være et stort behov knyttet til Nordsjøen og norsk oljeproduksjon, men alle brønner vil på et eller annet tidspunkt produsere vann, og da vil behovet være der. Det er ikke sikkert at alle land vil pålegge produsentene et absolutt krav om null utslipp slik Norge nå gjør, men det er temmelig sikkert at et selskap som har null utslipp i sin policy, vil bli foretrukket som produsent fremfor de som ikke tar like stort miljøansvar.

Anordningen for vannrensing ifølge foreliggende oppfinnelse vil kunne installeres på hydrokarbonproduksjonsanlegg, særlig plattformer, i tilknytning til de eksisterende separatorene.

Markedet for fremgangsmåten for vannrensing til rent vann er imidlertid større enn på oljeproduksjonsmarkedet. Det er et stort behov for tilgang på rent vann ulike steder i verden. Dette behovet kan dekkes ved hjelp av avsalting av havvann. Teknologi for avsalting av havvann er patentert og produsert for lengst, men der hvor havvann ikke er tilgjengelig kan formasjonsvann fra vannreservoarer



være en like god kilde til vann. Da vil det være behov for en godt fungerende vannrensing, og hydratteknikken ifølge foreliggende oppfinnelse kan være konkurransedyktig med avsalting.

En ytterligere utnyttelse av foreliggende oppfinnelse er i forbindelse med romfart hvor behovet for rent vann også er en viktig faktor. I denne sammenhengen vil resirkulering av vann være avgjørende, ikke minst under langvarige opphold i rommet. Fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse kan for eksempel utføres i romskip/-stasjoner og den kan også aktiveres på andre romlegermer. Forurensset vann kan enten komme fra det opprinnelige reservoar i fartøyet eller en eventuell kilde på/i romlegemet. Ved en slik fremgangsmåte vil det sannsynligvis være mest gunstig å benytte biologisk akseptable hydratdannende forbindelser, f.eks. karbondioksid, oksygen, nitrogen, edelgasser, etc., men av økonomiske hensyn vil trolig karbondioksid være foretrukket. Energien i prosessen vil gå med til å opprettholde gasstrykk for å være i stabil hydratdannelse. I verdensrommet vil det normalt ikke være nødvendig med kjøling.

Ytterligere andre utnyttelser av foreliggende oppfinnelse er mange industrielle landbaserte prosesser som fører til utslipp av forurensset vann. Forurensningene kan være av organisk (slik som "pulp&paper"-industri) og/eller uorganisk (slik som avfallsanlegg for kjernekraftproduksjon) karakter. Noen industriprosesser kan også føre til utslipp av mikrobiologiske forurensninger (slik som fermenteringsprosesser eller kloakk). Hydratprosessen ifølge foreliggende oppfinnelse kan tilpasses alle disse med den hensikt at rent vann kan hentes ut, forurensset vann kan gjennomgå prosessen flere ganger, og det endelige steget er rettet mot å ta vare på den forurensede delen uten å måtte slippe den tilbake til naturen, men ved å finne akseptable langtids deponeringer for den f. eks. i reservoarer i dype og stabile sedimenter.

Enda en ytterligere utnyttelse er rensing av luft, som også kan gjennomføres ved fremgangsmåten og anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse. Det forutsetter at luft bobles gjennom et vannreservoar, hvor de vannløselige og emulgerbare komponentene i luften kan hentes ut. Vannfasen kan renses ved hjelp av fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse. Ved hjelp av denne utførelsesformen kan ressurser i forbindelse med industriprosesser gjenvinnes. En slik utførelse kan også tenkes innført i områder der mange mennesker oppholder seg i et

avgrenset areal og der risiko for spredning av sykdommer gjennom dråpesmitte er et problem.

En videre utnyttelse av fremgangsmåten er til utvinning av vannløselige stoffer og mineraler fra havet. Dette kan være med den hensikt å fjerne en  
5 uønsket forbindelse eller for å utnytte en ellers utilgjengelig ressurs.

I det følgende vil oppfinnelsen bli ytterligere illustrert ved hjelp av de følgende illustrerende, men ikke begrensende eksempelvisse utførelsesformer.

#### 10 **Eksempelvisse utførelsesformer**

##### **Rensing av produsert vann i forbindelse med petroleumsindustriell aktivitet.**

Vannet som skal renses føres via en ledning (3) inn i en første beholder (C) med passende trykk og temperaturbetingelser (vist i Tabell 2, 3 og 4 og figur 4, 5 og 6) til å oppnå hydratdannelse. I beholderen (C) blandes vannet med en hydratdannende forbindelse som tilføres via en ledning (8). Hydratkorn tilføres via en  
15 ledning (5). Hydrat/forurenset vann blandingen føres til en separator (D) hvor blandingen separeres i forurenset vann og rent hydrat. Hydratet føres til en beholder (F) via en ledning (6/7), hvis det er behov kan hydratet vaskes i en egnet beholder (E). I beholderen (F) heves temperaturen slik at hydratet dissosieres i rent  
20 vann og hydratdannende forbindelse. Trykket kan også senkes, men av prosessmessige årsaker er det gunstig å beholde trykket. Den hydratdannende forbindelsen fra beholder (F) føres tilbake til den første beholderen for hydratdannelse (C) via ledning (8). Det rene vannet føres til en beholder (K) for rent vann via ledning (9).

25 Det forurensede vannet fra det første separatortrinnet (D) føres via en ledning (10) til en andre beholder (G) for hydratdannelse. I beholderen (G) blandes vannet med det relativt rene vannet som tilføres via ledning (11) fra separatoren (B) og en hydratdannende forbindelse under passende trykk og temperaturbetingelser (vist i Tabell 2, 3 og 4 og figur 4, 5 og 6). Den hydratdannende forbindelsen  
30 tilføres via en ledning (16). Hydratkorn tilføres via en ledning (13). Hydrat/forurenset vann blandingen føres til en separator (H) hvor blandingen separeres i forurenset vann og rent hydrat. Hydratet føres til en beholder (J) via en ledning (14/15), hvis det er behov kan hydratet vaskes i en egnet beholder (I). I beholderen (J) heves temperaturen slik at hydratet dissosieres i rent vann og hydrat-

dannende forbindelse. Trykket kan også senkes, men av prosessmessige årsaker er det gunstig å beholde trykket. Den hydratdannende forbindelsen fra beholder (J) føres tilbake til den andre beholderen for hydratdannelse (G) via ledning (13). Det rene vannet føres til en beholder (K) for rent vann via ledning (17).

5        Hvis det er ønsket, kan det forurensede vannet fra den andre separasjons-beholderen (H) renses ved konvensjonelle renseprosesser (L) for å oppnå hydrokarboner for resirkulering til hydrokarbon utvinningsprosessen via ledning (19) og forurensset vann for deponering/reinjisering (N).

## 10    **Rensing av vann.**

Vann som skal renses føres via en ledning (31) inn i en beholder (T) med passende trykk og temperaturbetingelser til å oppnå hydratdannelse (vist i Tabell 2, 3, 4 og figur 4, 5 og 6). I beholderen (T) blandes vannet med en hydratdannende forbindelse som tilføres via en ledning (36). Hydratkorn tilføres via en ledning (32). Hydrat/forurensset vann blandingen føres til en separator (U) hvor blandingen separeres i forurensset vann og rent hydrat. Hydratet føres til en beholder (W) via en ledning (34/35), hvis det er behov kan hydratet vaskes i en egnet beholder (V). I beholderen (W) heves temperaturen slik at hydratet dissosieres i rent vann og hydratdannende forbindelse. Trykket kan også senkes, men av prosessmessige årsaker er det gunstig å beholde trykket. Den hydratdannende forbindelsen fra beholder (W) føres tilbake til beholderen for hydratdannelse (T) via ledning (36). Det rene vannet føres til en beholder (X) for rent vann via ledning (37). Det forurensede vannet føres til et deponi (Y) via ledning 38 – det kan slippes ut eller håndteres på annen måte.

25        Denne utførelsesformen kan tenkes benyttet for rensing av nærmest alt vann som inneholder forurensninger. Eksempelvis renses saltvann for konsum, overflate eller grunnvann for konsum, vann i forbindelse med romfartsvirksomhet, utslippsvann fra industriprosesser.

30

## **Rensing av luft.**

Luft eller gass som skal renses føres via en gasskanal (41) til en beholder (S) som inneholder vann. Via innstilling av prosessbetingelsene, overføres de(n)

forurensende gassen(e) til væskefasen, mens den rensede luften forlater beholderen (S) via en utløpskanal (42).

Vannet som har tatt opp forurensningene føres via en ledning (31) inn i en beholder (T) med passende trykk og temperaturbetingelser til å oppnå hydratdannelse (vist i Tabell 2, 3 og 4 og figur 4, 5 og 6). I beholderen (T) blandes vannet med en hydratdannende forbindelse som tilføres via en ledning (36). Hydratkorn tilføres via en ledning (32). Hydrat/forurensset vann blandingen føres til en separator (U) hvor blandingen separeres i forurensset vann og rent hydrat. Hydratet føres til en beholder (W) via en ledning (34/35), hvis det er behov kan hydratet vaskes i en egnet beholder (V). I beholderen (W) heves temperaturen slik at hydratet dissosieres i rent vann og hydratdannende forbindelse. Trykket kan også senkes, men av prosessmessige årsaker er det gunstig å beholde trykket. Den hydratdannende forbindelsen fra beholder (W) føres tilbake til beholderen for hydratdannelse (T) via ledning (36). Rent vann tilbakeføres til beholderen (S) via en kanal (37) fra beholder (X) med rent vann. Det forurensede vannet føres til et deponi (Y) via ledning 38 – det kan slippes ut eller håndteres på annen måte.

Tabell 2. Eksempelvis sammenheng mellom hydratdannende forbindelse og passende trykk- og temperaturbetingelser for å oppnå hydratdannelse med CO<sub>2</sub> som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelsen er styrt kinetisk og skjer ved betingelser over kurvene vist i Figur 4.

0% NaCl		3 vekt-% NaCl		7 vekt-% NaCl	
Temperatur	Trykk	Temperatur	Trykk	Temperatur	Trykk
°C	Bar	°C	Bar	°C	Bar
-10	7,16	-10	7,16	-10	7,16
-8	7,82	-8	7,83	-8	7,83
-6	8,54	-6	8,54	-6	8,54
-4	9,29	-4	9,29	-5,25	8,81
-2	10,09	-3,06	9,66	-4	10,12
-1,43	10,33	-2	10,86	-2	12,79
0	12,08	0	13,75	0	16,27
2	15,34	2	17,55	2	20,87
4	19,67	4	22,66	4	27,18
6	25,59	6	29,83	6	36,36
8	34,17	7,86	39,83	6,93	60
9,69	60	8,31	49,83		
		8,44	59,83		
		8,44	60		

Tabell 3. Eksempelvis sammenheng mellom hydratdannende forbindelse og passende trykk- og temperaturbetingelser for å oppnå hydratdannelse med  $\text{CH}_4$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelsen er styrt kinetisk og skjer ved betingelser over kurvene vist i Figur 5.

0% NaCl		3% (vekt) NaCl		7% (vekt) NaCl	
Temperatur	Trykk	Temperatur	Trykk	Temperatur	Trykk
°C	Bar	°C	Bar	°C	Bar
-10	13,98	-10	14,04	-10	14,04
-8	15,25	-8	15,32	-8	15,32
-6	16,62	-6	16,71	-6	16,71
-4	18,1	-4	18,2	-4,52	17,8
-2	19,69	-2,01	19,79	-4	18,86
-0,24	21,18	-2	19,81	-2	23,63
0	21,88	0	24,79	0	29,64
2	27,35	2	31,03	2	37,24
4	34,24	4	38,92	4	46,95
6	42,95	5,99	48,92	5,63	56,95
7,81	52,95	7,57	58,92	6,07	60
8,88	60	7,72	60		

5

Tabell 4. Eksempelvis sammenheng mellom hydratdannende forbindelse og passende trykk- og temperaturbetingelser for å oppnå hydratdannelse med  $\text{C}_2\text{H}_6$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelsen er styrt kinetisk og skjer ved betingelser over kurvene vist i Figur 6.

0% NaCl		3% (vekt) NaCl		7% (vekt) NaCl	
Temperatur	Trykk	Temperatur	Trykk	Temperatur	Trykk
°C	Bar	°C	Bar	°C	Bar
-10	3,16	-10	3,16	-10	3,16
-8	3,46	-8	3,46	-8	3,46
-6	3,78	-6	3,78	-6	3,78
-4	4,13	-4	4,13	-4,36	4,07
-2	4,51	-2	4,51	-4	4,25
-0,05	4,9	-1,85	4,54	-2	5,46
0	4,93	0	5,7	0	7,03
2	6,31	2	7,32	2	9,08
4	8,1	4	9,43	4	11,8
6	10,44	6	12,22	6	15,48
8	13,55	8	15,98	8	20,64
10	17,77	10	21,24	10	28,43
12	23,77	12	29,18	11,13	60
14	33,27	13,23	60		
14,67	60				

10

Mens oppfinnelsen er beskrevet i forbindelse med de eksempelvis utførelsesformer og eksempler som er beskrevet heri, vil mange ekvivalente modifikasjoner og variasjoner være innlysende for de fagkyndige når denne fremstillingen kjennes. Følgelig er de eksempelvis utførelsesformer av oppfinnelsen anført i det foregående betraktet som illustrerende og ikke begrensende. Forskjellige endringer av de beskrevne utførelsesformer kan foretas uten å gå utenom oppfinnelsens idé og ramme.

Oppfinnelsen er definert ifølge de medfølgende krav.



## Patentkrav

1. Fremgangsmåte for rensing av forurenset vann ved hydratdannelse og separasjon av hydrater fra forurenset vann anrikt med forurensninger,  
5 k a r a k t e r i s e r t v e d a t fremgangsmåten omfatter tilførsel av hydratpartikler til vannet under hydratdannelsen.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t fremgangsmåten videre omfatter håndtering av fra-  
10 skilte forurensninger.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t forurensningene omfatter en eller flere komponenter valgt fra gruppen som består av hydrokarboner, organiske og uorganiske salter,  
15 støv, slam, metaller, sand, gass, radioaktive forbindelser og biologisk materiale.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t fraskilte forurensninger håndteres ved resirkulering til oppstrøms prosesstrinn eller deponering/avhending.  
20
5. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t fremgangsmåten omfatter de følgende trinn
  - a) tilførsel av hydratdannende forbindelse og hydratkimer til vannet;
  - b) dannelse av hydrater under passende trykk- og temperaturbetingelser;
  - 25 c) høsting av hydratene fra forurenset vann;
  - d) dissosiering av hydratene til rent vann og hydratdannende forbindelse.
6. Fremgangsmåte ifølge krav 5,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t hydratdannelsen gjennomføres i flere trinn ved at  
30 det forurensede vannet fra trinn c) utsettes for gjentatte hydratdannelsesprosesser i serie inntil oppkonsentreringen av forurensninger i det forurensede vannet er for stor til fortsatt hydratdannelse.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 6,  
karakterisert ved at konsentrasjonen av forurensninger i det foruren-  
sede vannet er minst 10 vekt-%, foretrukket minst 12 vekt-%, mer foretrukket  
minst 15 vekt-% når prosessen avsluttes.
- 5
8. Fremgangsmåte ifølge krav 5,  
karakterisert ved at de høstede hydratene fra trinn c) gjennomgår en  
vasketrinn før dissosiering til rent vann og hydratdannende gass.
- 10
9. Fremgangsmåte ifølge krav 5,  
karakterisert ved at den hydratdannende forbindelsen tilført i trinn a) er  
valgt fra lavere hydrokarboner, CO<sub>2</sub>, halogenerte hydrokarboner, hvori halogen er  
valgt fra klor og fluor, tetrahydrofuran, etylenoksid, edelgasser valgt fra helium,  
neon, argon, xenon, krypton, svovel heksafluorid, dinitrogenoksid, foretrukket C<sub>1</sub>-  
15 C<sub>5</sub> hydrokarboner eller CO<sub>2</sub>, mer foretrukket metan, etan, propan, CO<sub>2</sub>, mest fore-  
trukket metan eller CO<sub>2</sub>.
10. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
karakterisert ved at trykk- og temperaturbetingelsene er:
- 20 T < 30°C, P > 1 bar, foretrukket T < 20°C, P > 5 bar, mest foretrukket T < 10°C, P  
> 20 bar.
11. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
karakterisert ved at hydratpartiklene tilføres ved resirkulering av hydra-  
25 ter fra trinn c).
12. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
karakterisert ved at hydratpartiklene som tilføres hydratdannelsestrinnet  
har en diameter på maksimalt 3 mm, foretrukket maksimalt 500 µm, enda mer  
30 foretrukket maksimalt 100 µm.
13. Fremgangsmåte ifølge krav 5,  
karakterisert ved at høstingen av hydratene i trinn c) finner sted i en  
konvensjonell separasjonsprosess.



14. Fremgangsmåte ifølge krav 13,  
karakterisert ved at hydrathøstingsprosessen er valgt fra gruppen be-  
stående av sedimentasjon, filtrering, sentrifugering, flotasjon.
- 5
15. Fremgangsmåte ifølge krav 5,  
karakterisert ved at hydratene dissosieres ved en økning i temperatur  
og/eller reduksjon i trykk.
- 10
16. Fremgangsmåte ifølge krav 5,  
karakterisert ved at det rene vannet fra trinn d) er rent nok til å benyttes  
som drikkevann eller til utslipp.
- 15
17. Fremgangsmåte for rensing av gass,  
karakterisert ved at gassen bobles gjennom vann for overføring av  
gassformige forurensninger til vannet, før vannet utsettes for en fremgangsmåte  
for rensing av vann ifølge krav 1.
- 20
18. Anordning for rensing av forurensset vann,  
karakterisert ved at anordningen omfatter
- a) enhet for blanding av hydratdannende forbindelse, hydratkimer og foruren-  
set vann under avkjøling og trykksetting;
  - b) anordning for høsting av hydratene fra forurensset vann;
  - c) anordning for dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende for-  
bindelse;
- 25
19. Anordning ifølge krav 18,  
karakterisert ved at den videre omfatter ytterligere anordninger ifølge  
krav 18 i serie tilstrekkelig mange ganger til å oppnå en tilfredsstillende oppkon-  
sentrering av forurensingene.
- 30
20. Anvendelse av anordning for rensing av vann ifølge krav 13, for rensing av  
produsert vann ved utvinning av hydrokarboner.

21. Anordning for rensing av luft/gass,

karakterisert ved at anordningen omfatter

- a) enhet for overføring av gassformige komponenter fra gassen som skal renses til vann;
- 5 b) enhet for blanding av hydratdannende forbindelse, hydratkimer og forurenset vann under avkjøling og trykksetting;
- c) anordning for høsting av hydratene fra forurenset vann;
- d) anordning for dissosiering av hydratene i rent vann og hydratdannende forbindelse;

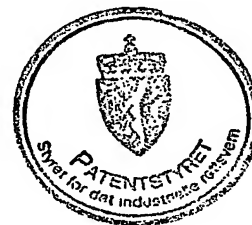
10

22. Vann,

karakterisert ved at det er renses ved en fremgangsmåte ifølge krav 1.

23. Luft/gass

15 karakterisert ved at den er renses ved en fremgangsmåte ifølge krav 1.



## S a m m e n d r a g

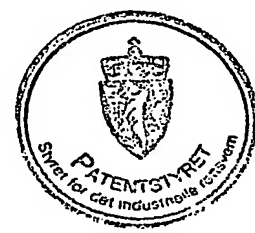
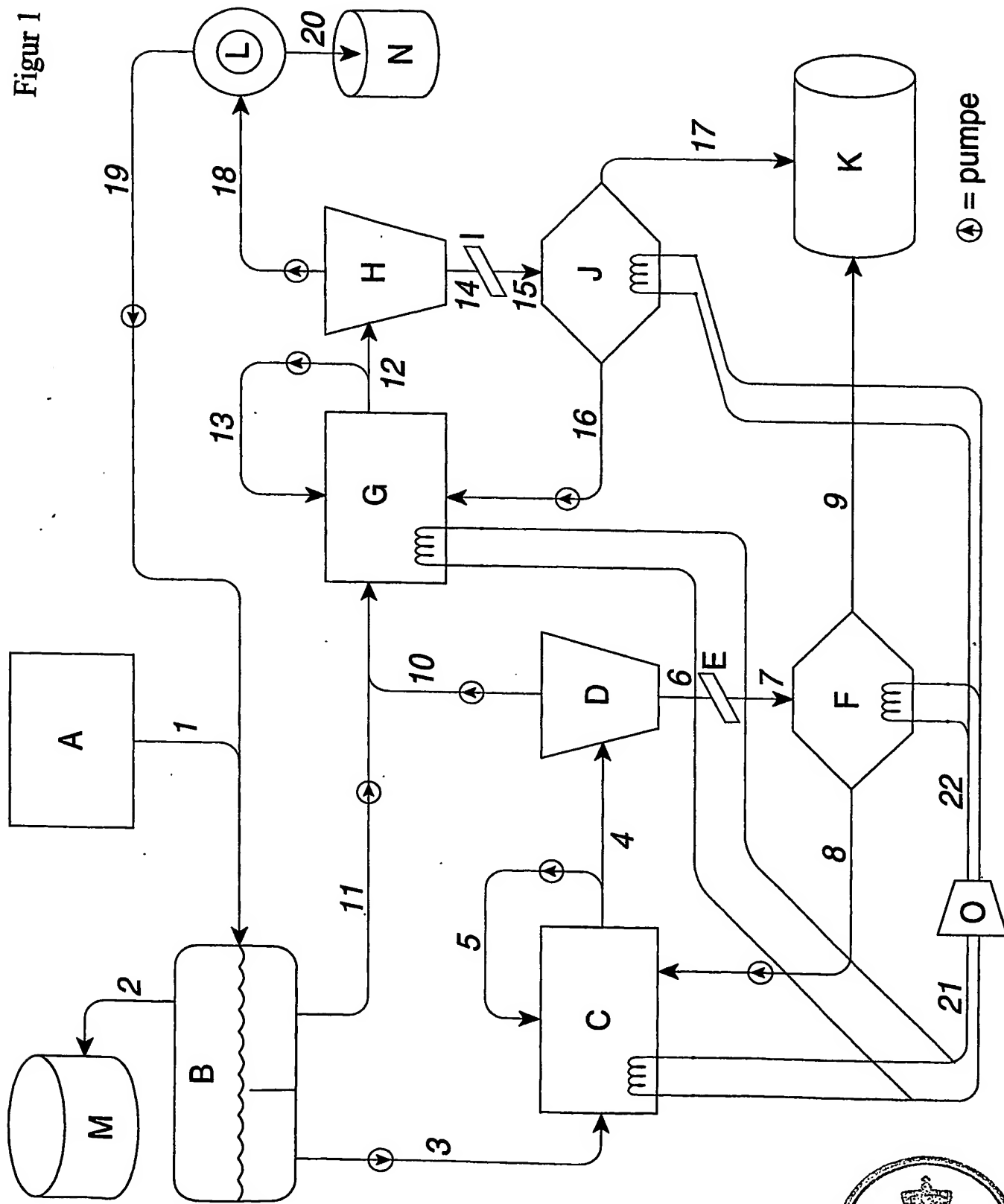
Foreliggende oppfinnelse omhandler en fremgangsmåte for rensing av forurenset vann ved hydratdannelse og separasjon av hydrater fra forurenset vann anriket med forurensninger, ved at hydratpartikler tilføres til vannet under hydratdannelsen.

Foreliggende oppfinnelse omhandler også en anordning for rensing av vann ved anvendelse av en fremgangsmåte ifølge oppfinnelsen, samt vann fremstilt ifølge oppfinnelsen.

Ved å benytte prosessprinsippene ifølge foreliggende oppfinnelse, kan all slags vann renses for konsum eller sikkert utslipp, eller gjenvinning av ønskede ressurser, samt at luft kan renses hvis den først bobles gjennom vannet som deretter renses ved en fremgangsmåte ifølge oppfinnelsen.

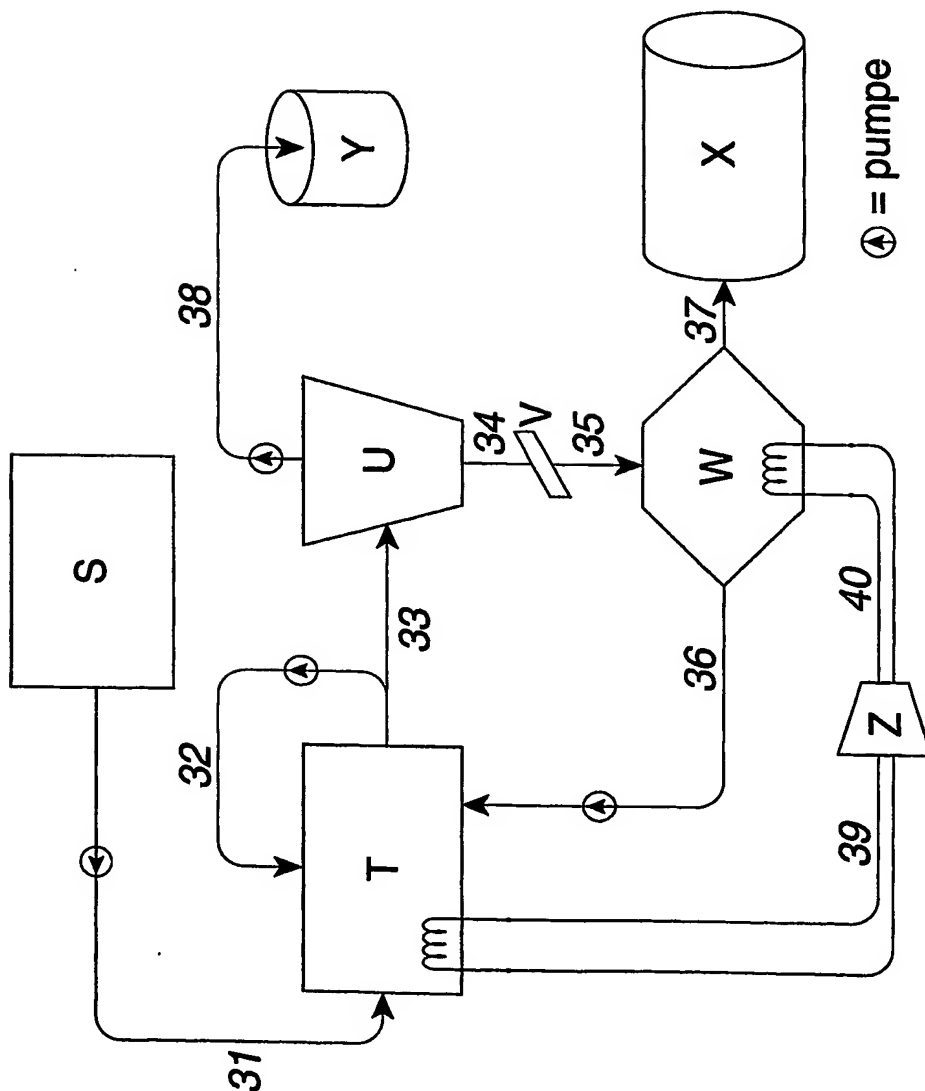


Figur 1

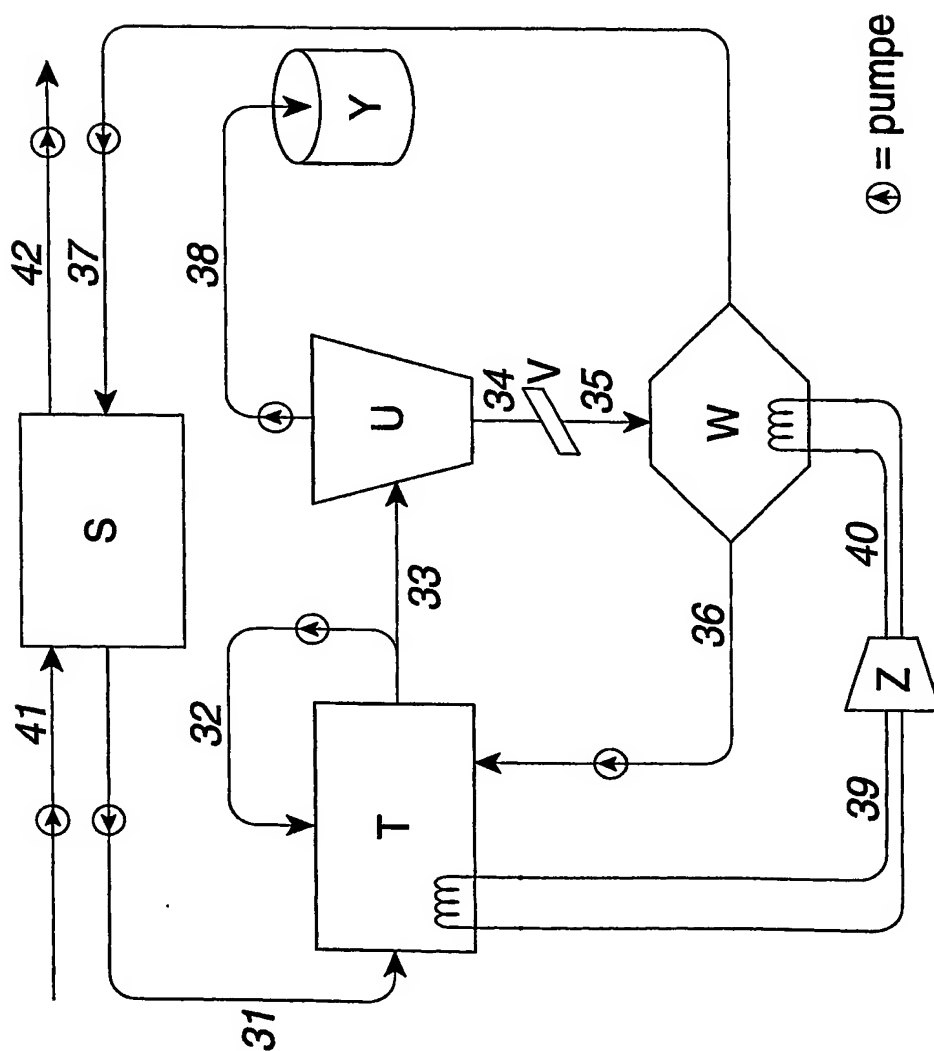


Figur 2

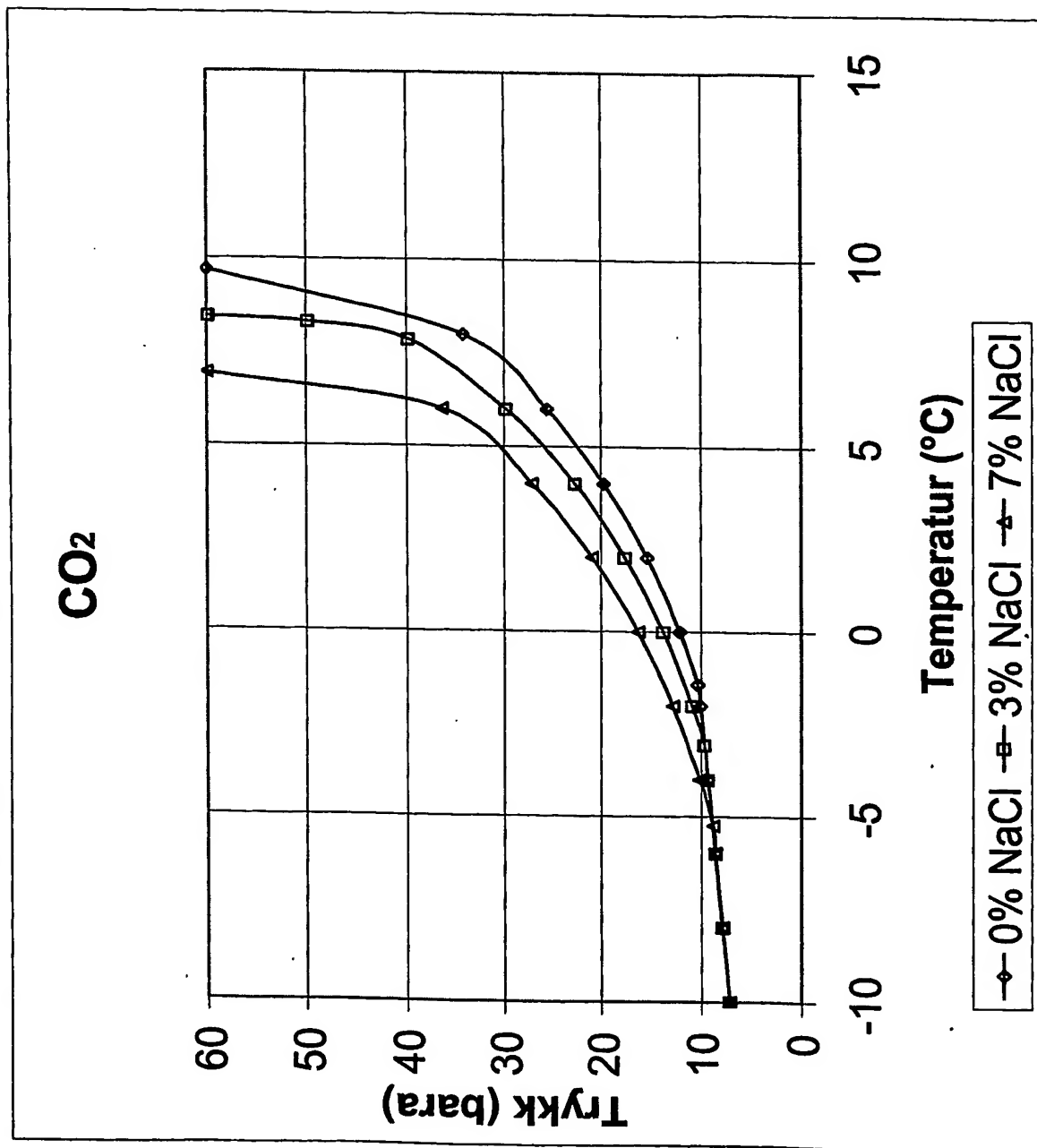
PATENTSTYRET  
03-06-27\*20032985



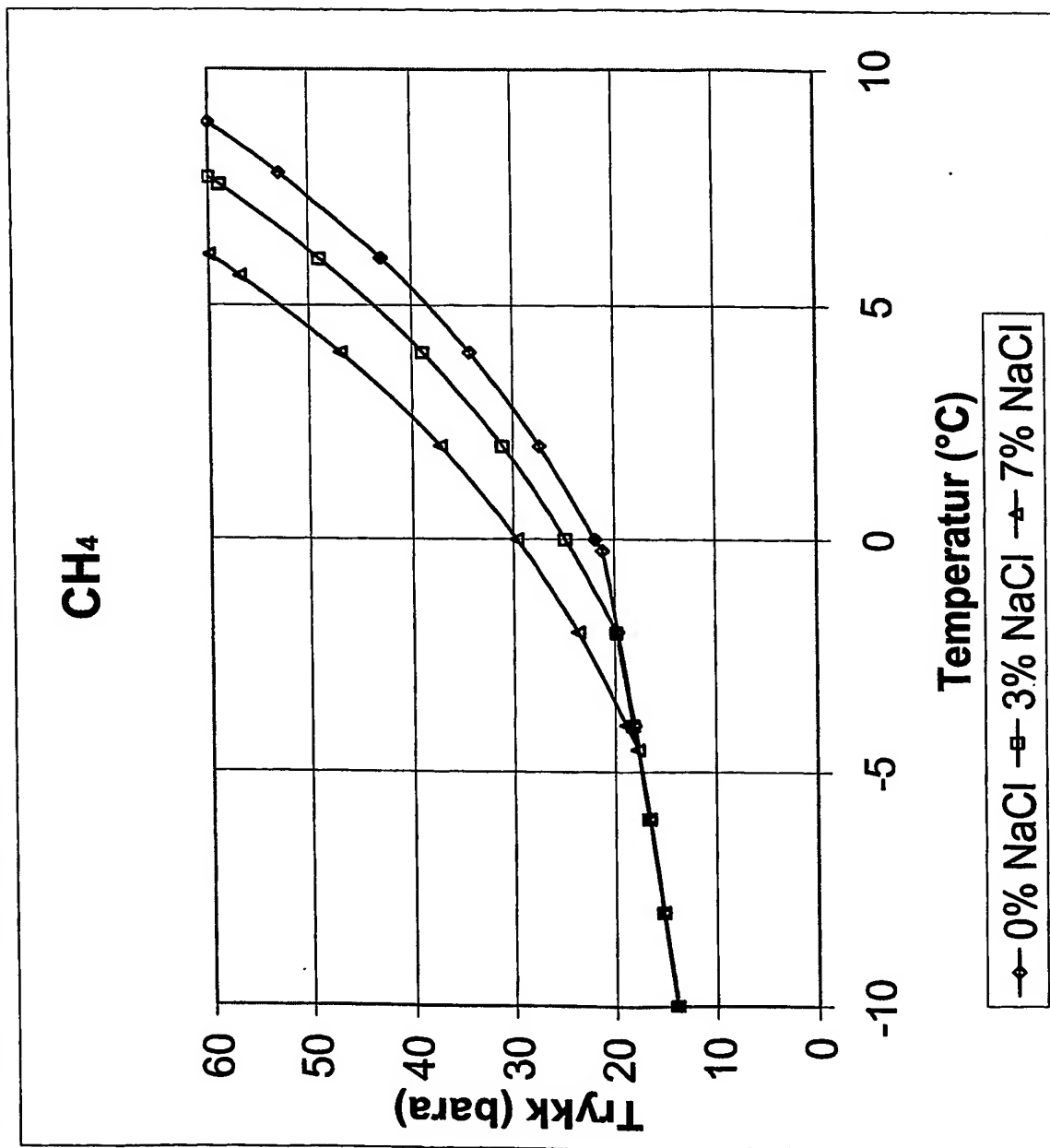
Figur 3



Figur 4. Tryk-temperaturforhold for dissosiasjon av hydrater, ved ulike saltkonsentrasjoner, med  $\text{CO}_2$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelse er kinetisk styrt og skjer ved betingelser over/til venstre for de respektive kurver



Figur 5. Trykk-temperaturforhold for dissosiasjon av hydrater, ved ulike saltkonsentrasjoner, med  $\text{CH}_4$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelse er kinetisk styrt og skjer ved betingelser over/til venstre for de respektive kurver





Figur 6. Tryk-temperaturforhold for dissosiasjon av hydrater, ved ulike saltkonsentrasjoner, med  $C_2H_6$  som hydratdannende forbindelse. Hydratdannelse er kinetisk styrt og skjer ved betingelser over/til venstre for de respektive kurver

